ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

RMUTT Research Journal
Science and Technology
Rajamangala University of Technology Thanyaburi

ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพของเกสรบัวหลวงอบแห้ง

Effect of Packaging Types on Quality of Dried Lotus Stamens

อินทิรา ลิจันทร์พร* และ ภูรินทร์ อัครกุลธร

Intira Lichanporn* and Purin Akkarakultron

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding author e-mail: intira_l@rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 5 August, 2020
Revised: 21 September, 2020
Accepted: 6 November, 2020
Available online: 21 February, 2021
DOI: 10.14456/rj-rmutt.2021.9

Keywords: lotus stamen, packaging, dried, color

ABSTRACT

Dried lotus stamen was placed in different types of plastic bag including polypropylene (PP bag), PP bag with a moisture absorber (PP bag+MA), vacuum bag and aluminum foil zipper bag (AF bag) to maintain quality of dried lotus stamen. All samples were moved to store at 30°C for 6 months. The color, moisture, antioxidant activities, carotenoid and odor of dried lotus stamen were determined. The results showed that the visual quality for the lotus stamen inside the four types of bags decreased continuously throughout of the storage period. The lotus stamen packaged in both vacuum bag and AF bag significantly had a better color of L* (37.57 and 41.57), a* (18.69 and 17.92) and b* (33.96 and 29.33), moisture content (4.55% and 4.05%), antioxidant (37.61 and 33.14%) and carotenoid content (40.51 and 40.00 mg/L) than PP bag and PP bag+MA. It was found that on the six month of storage, the lotus stamen inside the vacuum and AF bags had normal odor. On the other hand, the acceptable of odor for the produced packaged in the PP bag and PP bag+MA were not different and were unacceptable after storage for five months because of lotus stamen were odorless. At the end of six month storage period, the lotus

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

stamen packed in PP bag significantly had the lowest L*, antioxidant and carotenoid content. However, qualities of sample in vacuum bag and aluminum foil significantly had showed antioxidant and carotenoid content more than plastic bag PP. The lotus stamens are rich in antioxidant and carotenoid content which makes them healthy, nourishing and also important ingredient in the food industry.

บทคัดย่อ

เกสรบัวหลวงอบแห้งบรรจุในถุงพลาสติกใส (โพลีพอไพรีน; PP) ถุงพลาสติกร่วมกับสารดูดซับความชื้น ถุงสุญญากาศ และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์เพื่อรักษาคุณภาพของเกสรบัวหลวงอบแห้ง ตัวอย่างทั้งหมดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 6 เดือน วิเคราะห์ค่าสี ความชื้น สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) แคโรทีนอยด์ และกลิ่นของเกสรบัวหลวงอบแห้งพบว่าคุณภาพของเกสรบัวหลวงในภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิดลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา เกสรบัวหลวงทั้งในถุงสุญญากาศ และอะลูมิเนียมฟอยล์มีสีค่าความสว่าง (37.57 และ 41.57) ค่าสีแดง (18.69 และ 17.92) และค่าสีเหลือง (33.96 และ 29.33) ความชื้น (ร้อยละ 4.55 และ 4.05) สารต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ 37.61 และ 33.14) และแคโรทีนอยด์ (40.51 และ 40.00 มิลลิกรัม/ลิตร) ดีกว่าถุงพลาสติกใส และถุงพลาสติกร่วมกับสารดูดซับความชื้น การเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือนเกสรบัวหลวงในถุงสุญญากาศและอะลูมิเนียมฟอยล์มีกลิ่นปกติ ในทางตรงข้ามการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติกใสและถุงพลาสติกร่วมกับสารดูดซับไม่มีความแตกต่างกันและไม่ได้รับการยอมรับหลังเก็บไว้ 5 เดือน เนื่องจากไม่มีกลิ่นของเกสรบัวหลวง ในเดือนที่ 6 เกสรบัวหลวงในถุงพลาสติกใสมีค่าความสว่าง สารต้านอนุมูลอิสระและแคโรทีนอยด์ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามคุณภาพของตัวอย่างในถุงสุญญากาศ และอลูมิเนียมฟอยล์แสดงสารต้านอนุมูลอิสระ และแคโรทีนอยด์มากกว่าถุงพลาสติกใสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เกสรบัวหลวงที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ และแคโรทีนอยด์นี้จะช่วยให้สุขภาพดี บำรุงร่างกายและยังเป็นส่วนผสมที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร

คำสำคัญ: เกสรบัวหลวง บรรจุภัณฑ์ การอบแห้ง สี

บทนำ

บัวหลวง (Sacred Lotus) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nelumbo nucifera* Gaertn. เป็นพืชน้ำมีเหง้าอยู่ใต้ดิน ใบเดี่ยวค่อนข้างกลม แผ่นใบชูเหนือน้ำ ก้านใบแข็ง ออกดอกเดี่ยวชูขึ้นเหนือน้ำ ดอกสีชมพูถึงชมพูเข้มและสีขาว เกสรเพศผู้สีเหลืองจำนวนมากติดอยู่รอบฝักบัวรูปกรวย ผลรูปกลมรีจำนวนมากอยู่ ในฝัก (1) หลาย ๆ ส่วนของบัวหลวงมีการนำมาบริโภค เช่น เมล็ดบัวรสชาติหวานมัน นำมากวนหรือโรยบนหน้าขนมหม้อแกง รากบัวเชื่อมหรือต้มน้ำตาล ทำน้ำรากบัวแก้ร้อนใน ยำกลีบบัวหรือยำเกสรบัวหลวง เป็นต้น นอกจากนี้บัวหลวงยังนำมาใช้เป็นสมุนไพรซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้เกือบทุกส่วนทั้งเกสร กลีบดอก เมล็ด ดีบัว ใบ ราก และเหง้า คนไทยสมัยโบราณใช้เกสรบัวหลวงเข้าเครื่องยาไทยในพิกัดเกสรทั้งห้า เกสรทั้งเจ็ด และเกสรทั้งเก้า และนิยมใช้กันจนมาถึงปัจจุบัน (2) เกสรบัวหลวงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (3) และฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อะซิติลโคลินเอสเทอเรส (Acetylcholinesterase; AChE) ซึ่งอาจส่งผลในการป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ได้ (3) ส่วนกลีบดอกบัวหลวงมีฤทธิ์ลดระดับไขมันและน้ำตาล ในเลือดที่เปลี่ยนแปลงไปตามอายุที่มากขึ้น และสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (4) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของส่วนอื่น ๆ ของบัว

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

หลวง เช่น เหง้ามีฤทธิ์ลดไข้ แก้ร้อนใน แก้อักเสบ (5) และใบมีฤทธิ์ในการลดความอ้วน (6) เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยในหลอดทดลองและสัตว์ทดลองเท่านั้น สำหรับเกสรบัวหลวงซึ่งมีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านเครื่องยามากที่สุด มีการทดสอบความเป็นพิษพบว่าไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติใด ๆ (7) ซึ่งขนาดที่ใช้เข้าเครื่องยาตามตำรับยาไทยต่าง ๆ ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษ เกสรบัวหลวงมีสารประกอบทางเคมีตามธรรมชาติที่เรียกว่า อัลคาลอยด์ มีฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ของดีเอ็นเอ ส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ ทำลายสารพิษ มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดและบำรุงหัวใจ ซึ่งอัลคาลอยด์เป็นสารธรรมชาติที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด รวมถึงแบคทีเรีย รา (เห็ด) พืช (เช่น มะเขือเทศ และมันฝรั่ง) และสัตว์ (สัตว์มีเปลือกจำพวกปู กุ้ง หอย) อัลคาลอยด์หลายชนิด สามารถนำมาทำให้บริสุทธิ์ ด้วยการสกัดโดยใช้กรดซัลฟูริกและไฮดรอคลอริก อัลคาลอยด์มีคุณสมบัติเป็นพฤกษเคมีที่ใช้เป็นยารักษาโรคและยาระงับความรู้สึกเฉพาะที่

ปัจจุบันเกสรบัวหลวงถูกพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชา โดยการนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาประมาณ 2-4 ชั่วโมง จากนั้นอาจบดละเอียดหรือบรรจุใส่ถุงพลาสติกเพื่อจำหน่ายทั้งแบบส่งและปลีก ซึ่งสามารถเก็บไว้ได้นานหลายเดือน โดยการเก็บรักษาในถุงพลาสติกส่งผลต่อคุณภาพของเกสรบัวหลวงเนื่องจากมีสีที่เปลี่ยนไปจากวันแรกที่เก็บรักษา คุณภาพที่สำคัญของชา ได้แก่ สี กลิ่นรสและคุณค่าทางโภชนาการซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคชา (8) การเสื่อมเสียคุณภาพของชามีสาเหตุที่สำคัญจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดไขมันไม่อิ่มตัว วิตามินซี วิตามินอี สารประกอบแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) และสารประกอบฟลาโวนอยด์ ทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ (Off – flavor) ที่ไม่พึงประสงค์ในชาและส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการที่ลดลงในชาอบแห้งและรวมถึงการเกิดปฏิริยาสีน้ำตาลโดยเอนไซม์พอลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenoloxidase) ของสารประกอบพอลีฟีนอล การเสื่อมเสียคุณภาพเหล่านี้ของชาอบแห้งมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ แสง ความชื้นในอาหาร ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิระหว่างการขนส่งและวางจำหน่าย ก๊าซออกซิเจน เวลาและการดูดซับกลิ่นของชา นอกจากนี้ชาอบแห้งที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้วยังคงมีสารประกอบแคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ วิตามินซีและกรดไขมันอิสระเหลืออยู่รวมถึงสารประกอบพอลีฟีนอลและเอนไซม์ต่างได้แก่ เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและพอลีฟีนอลออกซิเดสทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีเนื่องจากเอนไซม์เหล่านี้และปฏิกิริยาออโตออกซิเดชั่น (Autooxidation) เกิดกลิ่นรส และสีของชาที่ผิดปกติ (9)

จากปัญหาการเสื่อมคุณภาพของชาอบแห้งที่กล่าวมา การกำจัดก๊าซออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์และการชะลอการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนเข้ามายังภายในบรรจุภัณฑ์ จึงเป็นแนวทางในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อบแห้งได้ โดยบรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารแห้งควรทำจากวัสดุที่ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและออกซิเจนได้ดี (10) ถุงพลาสติกใส โพลีพอไพรีน และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารแห้ง เนื่องจากถุงโพลีพอไพรีนเป็นบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่มีความใสและป้องกันความชื้นได้บางส่วน แต่การป้องกันอากาศซึมผ่านไม่ดีนัก การใช้งานของถุงโพลีพอไพรีนกับผลิตภัณฑ์อาหารมักใช้บรรจุอาหารร้อน บรรจุผักและผลไม้ และใช้ทำซองบรรจุอาหารแห้ง เช่น บะหมี่สำเร็จรูป และอาหารที่มีไขมัน เช่น คุกกี้ หรือถั่วทอด เป็นต้น (11) ส่วนอลูมิเนียมฟอยล์สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซได้ดี มีความมันวาว และมีน้ำหนักเบา (12) นอกจากนี้ยังมีบรรจุภัณฑ์แอคทีฟที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ การใช้วัตถุดูดซับ (Absorber) ซึ่งสารหรือก๊าซที่ต้องการกำจัดหรือลดปริมาณลงจะถูกดูดซับเข้าไปในเนื้อของวัตถุที่ใช้ดูดซับและการกำจัดสารหรือก๊าซออกซิเจนด้วยปฏิกิริยาทางเคมี (13) Knack และ Christensen (14) รายงานว่าชาดำ (Black Elder Flower) ที่บรรจุในถุงกระดาษ เก็บรักษาเป็นเวลา 21 เดือน มีกลิ่นผิดปกติเนื่องจากสารประกอบแอลดีไฮด์

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

มากกว่าชาที่บรรจุในถุงพลาสติก และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ดังนั้นการนำถุงชาเยื่อกระดาษ มาบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์และบรรจุในกล่องกระดาษจึงสามารถช่วยลดการซึมผ่านของแสง ก๊าซ ออกซิเจนและความชื้นสู่ชาได้ ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเกสรบัวหลวง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเกสรบัวหลวง

นำดอกบัวหลวงสีขาวที่กำลังบาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-15 เซนติเมตร จากสวนบัวในจังหวัดนครสวรรค์มาแยกกลีบดอก เลือกส่วนที่เป็นเกสรบัว มาทำความสะอาดด้วยการร่อนแผ่นตะแกรงให้เศษละอองของเกสรบัวหลวงหลุดออก เกลี่ยใส่ถาดนำเข้าอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาประมาณ 2-4 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 นำไปใช้ในการทดลอง (15)

2. ศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพของเกสรบัวหลวง

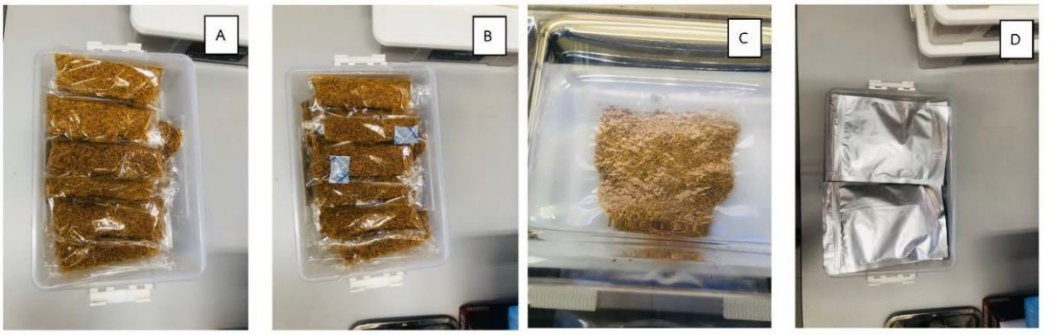
นำเกสรบัวหลวงที่ผ่านการอบแห้งบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบ่งออกเป็น 4 สิ่งทดลอง (Treatment) จำนวน 3 ซ้ำ/สิ่งทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ดังนี้ สิ่งทดลอง 1 บรรจุในถุงพลาสติกใส (โพลีพอไพรีน; PP) ตามที่ใช้ทั่วไป (ชุดควบคุม) สิ่งทดลอง 2 บรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น (ซิลิกาเจล) สิ่งทดลอง 3 บรรจุในถุงสุญญากาศ สิ่งทดลอง 4 บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีซิบปิด-เปิด หลังจากบรรจุเกสรบัวหลวงในบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ (รูปที่ 1) แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ผลทุกเดือนดังนี้ การวัดค่าสี Minolta Color Reader CR-10 ความชื้น สารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (16) แคโรทีนอยด์ (17) และกลิ่นของเกสรบัวให้เป็นคะแนนตั้งแต่ 1-5 โดย คะแนน 5 หมายถึง กลิ่นเกสรบัวมากที่สุด คะแนน 4 หมายถึง กลิ่นเกสรบัวมาก คะแนน 3 หมายถึง กลิ่นเกสรบัวปานกลาง คะแนน 2 หมายถึง กลิ่นเกสรบัวเล็กน้อย คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีกลิ่นเกสรบัว จากผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 5 คน

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

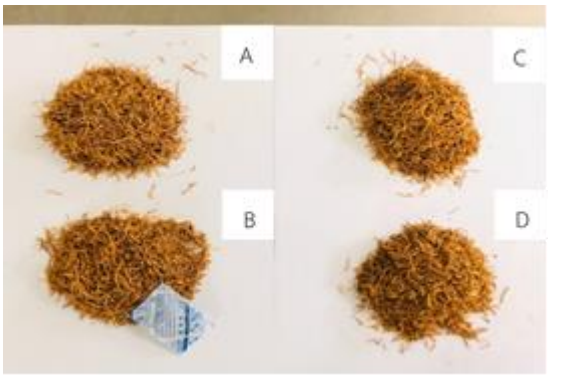
จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของเกสรบัวหลวงอบแห้งพบว่าค่าความสว่างในเดือนที่ 0 มีค่าอยู่ในช่วง 39.39-40.38 เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 3 เดือน ค่าความสว่างมีค่าเพิ่มขึ้นสูงในทุกชุดการทดลองทั้งนี้อาจเนื่องจากความชื้นที่เพิ่มขึ้นดังตารางที่ 4 ส่งผลให้เกสรบัวหลวงมีความสว่างมากขึ้นในช่วงแรกโดยการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดีจะช่วยลดการดูดซับความชื้นจากอากาศที่จะทำให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเพิ่มขึ้น (10) หลังจากนั้นมีค่าลดลงต่ำในเดือนที่ 6 ซึ่งแสดงถึงสีที่เข้มมากขึ้นโดยในเดือนที่ 2 และ 3 เกสรบัวที่บรรจุในถุงแบบต่าง ๆ ไม่มีผลต่อค่าสี และเมื่อเก็บรักษาผ่านไปจนถึงเดือนที่ 6 พบว่าค่าความสว่างของเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงสุญญากาศ เกสรบัวที่บรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น และเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใส โดยมีค่าเท่ากับ 41.57 37.57 33.94 และ 32.28 (ตารางที่ 1) (รูปที่ 2) การเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้นในเกสรบัวหลวงอาจเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยเอนไซม์พอลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenoloxidase) ของสารประกอบพอลีฟีนอลซึ่งอาจมีหลายปัจจัยร่วมด้วย ได้แก่ แสง ความชื้นในอาหาร ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิระหว่างการขนส่งและวางจำหน่าย ก๊าซออกซิเจน เวลาและการดูดซับกลิ่น นอกจากนี้เกสรบัวหลวงอบแห้งที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้วยังคงมีสารประกอบแคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ วิตามินซีและกรดไขมันอิสระเหลืออยู่รวมถึงสารประกอบพอลีฟีนอลและเอนไซม์ต่าง ๆ ได้แก่ เอนไซม์เปอร์

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

ออกซิเดสและพอลีฟีนอลออกซิเดสทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีเนื่องจากเอนไซม์เหล่านี้และปฏิกิริยาออโตออกซิเดชั่น (Autooxidation) เกิดกลิ่นรสและสีของผลิตภัณฑ์ที่ผิดปกติ (9)



รูปที่ 1 การบรรจุเกสรบัวหลวงในภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ การบรรจุในถุงพลาสติกใส (A) การบรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น (B) การบรรจุในถุงสุญญากาศ (C) และการบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ (D)



รูปที่ 2 ลักษณะของเกสรบัวหลวงในภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ ในถุงพลาสติกใส (A) การบรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น (B), การบรรจุในถุงสุญญากาศ (C) และการบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ (D)

ตารางที่ 1 ค่าสีความสว่าง (L^*) ของเกสรบัวจากการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ค่าสี L*						
	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)						
	0	1	2^{ns}	3^{ns}	4	5	6
PP bag^{A-E}	40.38^{aC} ±0.50	41.44^{abC}±0.53	43.31^{B}±0.20	46.80^{A}±1.73	41.62^{cC}±0.59	40.95^{cC}±0.04	32.28^{dD}±0.31
PP bag +MA	39.39^{bD}±0.36	41.85^{abBC}±0.04	43.27^{B}±0.55	45.63^{A}±2.02	41.97^{bcBC}±0.10	40.58^{cCD}±0.17	33.94^{cE}±0.03
Vacuum bag	40.38^{aD}±0.20	42.42^{aC}±0.67	44.06^{B}±0.48	46.13^{A}±0.72	42.26^{bC}±0.03	42.67^{bC}±1.08	37.57^{bE}±0.03
AF bag	40.18^{aE}±0.15	40.93^{cD}±0.67	43.39^{C}±0.20	45.76^{A}±0.40	44.77^{aB}±0.13	43.88^{aC}±0.11	41.57^{aD}±0.63
F-test	*	*	ns	ns	*	*	*
CV (%)	0.307	0.543	0.227	1.641	1.751	2.156	14.027

หมายเหตุ: PP = Polypropylene, MA = Moisture absorber, AF= Aluminum foil, ^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* แสดงถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $^{a-d}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง ($P < 0.05$)

$^{A-E}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวนอน ($P < 0.05$)

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

ตารางที่ 2 ค่าสีแดง (a*) ของเกสรบัวจากการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ค่าสี a*						
	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)						
	0	1^{ns}	2	3	4	5	6
PP bag^{A-E}	11.25^{abC}±0.38	10.75^{C}±0.53	10.37^{bC}±0.59	19.16^{aA}±0.87	7.23^{bD}±0.05	11.08^{aC}±1.04	16.14^{bB}±0.25
PP bag +MA	10.42^{bB}±0.35	11.32^{B}±0.19	11.41^{bB}±0.15	19.40^{aA}±0.52	7.16^{bC}±2.25	10.61^{abB}±0.14	18.41^{aA}±0.43
Vacuum bag	11.17^{abC}±0.03	10.70^{CD}±0.15	11.68^{aC}±0.15	17.50^{bB}±1.11	11.14^{aC}±0.05	9.78^{abD}±0.03	18.69^{aB}±0.85
AF bag	15.42^{aB}±4.61	11.11^{C}±0.79	11.38^{aC}±0.26	18.80^{abA}±0.55	8.26^{bC}±0.12	9.34^{bC}±0.39	17.92^{aAB}±0.10
F-test	*	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	8.127	0.250	0.356	1.059	3.768	0.926	1.250

หมายเหตุ: PP = Polypropylene, MA = Moisture absorber, AF= Aluminum foil, ^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* แสดงถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $^{a-d}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง ($P < 0.05$)
$^{A-E}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวนอน ($P < 0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าสีน้ำเงิน (b*) ของเกสรบัวจากการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ค่าสี b*						
	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)						
	0^{ns}	1	2	3^{ns}	4	5	6^{ns}
PP bag^{A-E}	42.37^{A}±0.40	41.74^{abA}±3.05	41.92^{bA}±2.92	27.93^{C}±0.65	26.14^{aC}±0.03	40.92^{bA}±3.24	33.96^{B}±3.06
PP bag +MA	42.43^{BC}±1.16	44.80^{aA}±1.67	44.36^{abAB}±0.66	29.36^{D}±2.00	26.18^{aE}±0.29	41.11^{bC}±1.46	26.14^{E}±0.58
Vacuum bag	41.11^{B}±0.35	44.30^{abAB}±0.29	47.24^{aA}±1.02	27.43^{D}±2.13	24.31^{bD}±0.42	48.33^{aA}±5.74	33.96^{C}±0.26
AF bag	42.37^{A}±0.78	40.78^{bA}±1.79	44.71^{abA}±0.33	27.16^{B}±1.74	23.28^{cB}±0.39	40.50^{bA}±2.13	29.33^{B}±8.19
F-test	ns	*	*	ns	*	*	ns
CV (%)	0.742	5.926	5.731	2.978	1.743	20.658	25.952

หมายเหตุ: PP = Polypropylene, MA = Moisture absorber, AF= Aluminum foil, ^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* แสดงถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $^{a-d}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง ($P \leq 0.05$)
$^{A-E}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวนอน ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 ความชื้นของเกสรบัวจากการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)						
	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)						
	0^{ns}	1	2	3^{ns}	4	5	6^{ns}
PP bag^{A-E}	1.83^{F}±0.01	2.09^{aE}±0.03	2.10^{aE}±0.02	2.37^{D}±0.06	2.59^{aC}±0.00	3.10^{aB}±0.01	4.58^{A}±0.04
PP bag +MA	1.82^{D}±0.01	1.96^{bCD}±0.01	2.04^{abCD}±0.06	2.18^{C}±0.15	2.57^{bB}±0.00	2.83^{bB}±0.05	4.45^{A}±0.40
Vacuum bag	1.74^{C}±0.18	1.96^{bC}±0.02	1.96^{cC}±0.02	2.36^{B}±0.20	2.56^{bcB}±0.14	2.57^{cB}±0.06	4.55^{A}±0.46
AF bag	1.85^{F}±0.02	1.95^{bE}±0.02	1.97^{bcE}±0.01	2.22^{D}±0.11	2.55^{cB}±0.01	2.43^{dC}±0.06	4.05^{A}±0.04
F-test	ns	*	*	ns	*	*	ns
CV (%)	0.008	0.004	0.004	0.022	0.000	0.074	0.117

หมายเหตุ: PP = Polypropylene, MA = Moisture absorber, AF= Aluminum foil, ^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* แสดงถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $^{a-d}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง ($P \leq 0.05$)
$^{A-E}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวนอน ($P \leq 0.05$)

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

ค่า a* หรือค่าสีแดง พบว่าในเดือนที่ 0 มีสีแดงของเกสรบัวหลวงในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีค่าสูงสุด เท่ากับ 15.42 ไม่แตกต่างจากเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใส และถุงสุญญากาศซึ่งมีค่าสีแดงเท่ากับ 11.25 และ 11.17 ตามลำดับ ส่วนค่าสีแดงของเกสรบัวหลวงบรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้นมีค่าเท่ากับ 10.42 ในเดือนที่ 1-3 พบว่าเกสรบัวหลวงที่บรรจุในภาชนะทั้ง 4 ชนิดมีค่าสีแดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยในเดือนที่ 3 ค่าสีแดงมีค่าสูงสุดอยู่ในช่วง 17.50-19.40 ในเดือนที่ 4 ค่าสีแดงมีค่าลดลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนที่ 6 โดยค่าสีแดงของเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงสุญญากาศ เกสรบัวที่บรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น และเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีค่าสูงกว่าเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 18.69 18.41 17.92 และ 16.14 (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เป็นไปได้ที่ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเกสรบัวหลวงมีปริมาณลดลงจากการผ่านเข้าออกของออกซิเจนจึงส่งผลต่อค่าสีแดงของเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใสมีค่าน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันออกซิเจนได้ดี โดยเฉพาะอลูมิเนียมฟอยด์ (18)

ค่า b* หรือค่าสีเหลืองพบว่ามีแนวโน้มลดลงต่ำสุดในเดือนที่ 4 หลังจากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 5 และลดลงในเดือนที่ 6 โดยในเดือนที่ 0 ค่าสีเหลืองของเกสรบัวหลวงในทุกบรรจุภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน โดยอยู่ในช่วง 41.41-42.43 ในเดือนที่ 1 และ 2 เกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ เกสรบัวหลวงบรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น และถุงสุญญากาศซึ่งมีค่าสีเหลืองสูงกว่าเกสรบัวหลวงบรรจุในถุงพลาสติกใสตามลำดับ ในเดือนที่ 5 ค่าสีเหลืองของเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงสุญญากาศมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือเกสรบัวที่บรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น เกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใส และเกสรบัวหลวงที่บรรจุในฟอยด์ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 48.33 41.11 40.92 และ 40.50 (ตารางที่ 3)

เกสรบัวหลวงหลังการบรรจุในถุงทั้ง 4 ชนิดมีความชื้นเพิ่มขึ้นเริ่มต้นจากร้อยละ 1.74 เป็น 4.58 ในเดือนสุดท้าย โดยในเดือนที่ 0 ความชื้นของเกสรบัวหลวงในทุกบรรจุภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน โดยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.74-1.85 ในเดือนที่ 1 และ 2 พบว่าความชื้นของเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใสมีค่าสูงกว่าเกสรบัวหลวงบรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น และถุงสุญญากาศ และถุงอลูมิเนียมฟอยด์อย่างมีนัยสำคัญและเมื่อผ่านไปในเดือนที่ 4 และ 5 พบว่าความชื้นของเกสรบัวหลวงบรรจุในถุงพลาสติกใสยังคงมีความชื้นสูงกว่าเกสรบัวที่บรรจุในถุงอีก 3 ชนิด โดยเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีความชื้นต่ำสุด และในเดือนสุดท้ายพบว่าเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีความชื้นต่ำสุด รองลงมาคือเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น เกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงสุญญากาศ ในขณะที่เกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใสมีความชื้นมากที่สุด อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของความชื้นในภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิดในเดือนสุดท้ายนี้ (ตารางที่ 4) บรรจุภัณฑ์ดัดแปลงสภาพบรรยากาศ (Modified Atmosphere Packaging; MAP) โดยก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการบรรจุ เนื่องจากคุณสมบัติด้านการซึมผ่านของก๊าซของบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้ (19) โดยเฉพาะการบรรจุเกสรบัวในถุงพลาสติกใส และการบรรจุในถุงพลาสติกใสร่วมกับสารดูดซับความชื้นคุณสมบัติของถุงพลาสติกจะยอมให้มีการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจน ไอน้ำ จึงทำให้เกสรบัวหลวงมีความชื้นสูงกว่าการบรรจุในถุงสุญญากาศและถุงอลูมิเนียมฟอยด์ที่ความชื้นผ่านเข้าออกได้ยากกว่าพลาสติกแต่ละชนิดมีความแตกต่างของคุณสมบัติในการยอมให้มีการซึมผ่านของไอน้ำของฟิล์มพลาสติกแต่ละชนิด (20) โดยคุณสมบัติดังกล่าวจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของฟิล์มพลาสติกที่เลือกใช้

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

ตารางที่ 5 สารต้านอนุมูลอิสระของเกสรบัวจากการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่าง	สารต้านอนุมูลอิสระ (%) ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)						
	0^{ns}	1^{ns}	2	3	4	5	6
PP bag^{A-E}	64.73^{A}±0.64	59.53^{B}±1.17	55.58^{aC}±0.59	39.48^{bD}±2.06	28.09^{cF}±1.67	33.69^{cE}±0.41	28.09^{cF}±1.67
PP bag +MA	64.18^{A}±0.32	59.76^{B}±2.88	55.70^{aC}±1.72	39.68^{bD}±1.05	31.52^{bF}±2.28	34.81^{cE}±0.63	32.69^{bEF}±0.71
Vacuum bag	64.56^{A}±0.48	59.73^{B}±0.49	53.73^{bC}±1.23	40.46^{abD}±0.76	37.61^{aE}±1.07	41.05^{aD}±0.41	37.61^{aE}±1.07
AF bag	64.41^{A}±0.56	61.52^{B}±0.35	50.87^{cC}±0.59	42.77^{aD}±0.56	32.69^{bF}±0.71	37.27^{bE}±2.22	33.14^{bF}±1.22
F-test	ns	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	0.239	2.517	5.094	2.999	14.478	9.728	13.497

หมายเหตุ: PP = Polypropylene, MA = Moisture absorber, AF= Aluminum foil, ^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* แสดงถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $^{a-d}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง ($P \leq 0.05$)
$^{A-E}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวนอน ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 แคโรทีนอยด์ของเกสรบัวจากการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่าง	แคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)						
	0	1	2	3	4^{ns}	5	6
PP bag^{A-E}	65.39^{dA}±4.98	65.39^{dA}±0.01	62.55^{bA}±1.12	57.94^{bB}±2.41	47.00^{C}±3.37	37.29^{cD}±0.46	37.68^{bD}±0.95
PP bag +MA	65.40^{bA}±0.01	65.39^{bA}±7.67	65.40^{aA}±3.67	59.84^{abB}±4.70	49.89^{C}±4.44	41.23^{bD}±0.92	35.58^{cE}±0.39
Vacuum bag	65.39^{cA}±0.01	65.93^{cA}±8.03	65.39^{aA}±9.00	62.75^{abA}±1.27	54.08^{B}±8.97	43.78^{aC}±0.50	40.51^{aC}±1.29
AF bag	65.48^{aA}±0.01	65.48^{aA}±0.01	60.68^{cC}±0.57	63.85^{aB}±0.66	52.78^{D}±0.75	40.76^{bE}±1.12	40.00^{aE}±1.21
F-test	*	*	*	*	ns	*	*
CV (%)	0.001	0.001	4.670	11.415	28.567	6.301	4.989

หมายเหตุ: PP = Polypropylene, MA = Moisture absorber, AF= Aluminum foil, ^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
* แสดงถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $^{a-d}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง ($P \leq 0.05$)
$^{A-E}$ แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวนอน ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 7 กลิ่นของเกสรบัวจากการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่าง	กลิ่น (คะแนน) ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)						
	0	1	2	3	4	5	6
PP bag^{A-E}	5	5	5	3	3	2	1
PP bag +MA	5	5	5	3	3	2	1
Vacuum bag	5	5	5	5	3	3	3
AF bag	5	5	5	5	3	3	3

หมายเหตุ: PP = Polypropylene, MA = Moisture absorber, AF= Aluminum foil
คะแนน 5 หมายถึง กลิ่นเกสรบัวมากที่สุด คะแนน 4 หมายถึง กลิ่นเกสรบัวมาก
คะแนน 3 หมายถึง กลิ่นเกสรบัวปานกลาง คะแนน 2 หมายถึง กลิ่นเกสรบัวเล็กน้อย
คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีกลิ่นเกสรบัว

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

เกสรบัวหลวงหลังการบรรจุในถุงทั้ง 4 ชนิดมีสารต้านอนุมูลอิสระลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเดือนที่ 0 และ 1 ภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ แต่มีผลหลังจากเดือนที่ 2 เป็นต้นไป โดยการบรรจุเกสรบัวหลวงในถุงสุญญากาศช่วยชะลอการลดลงของสารต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ และบรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้นเมื่อเปรียบเทียบกับถุงพลาสติกใสในเดือนสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 37.61 33.14 32.69 และ 28.09 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) สารต้านอนุมูลอิสระ เป็นสารที่สามารถชะลอหรือป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายเช่น โปรตีน เอนไซม์ และดีเอ็นเอ ดังนั้นการใช้สารที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH จะช่วยยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระไม่ให้ทำลายองค์ประกอบของเซลล์ ในหลายงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์พบว่าสารต้านอนุมูลอิสระมีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหายใจ และเบาหวาน (21) เกสรบัวหลวงมีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ (3, 22) ซึ่งจากงานวิจัยของ Limwachiranon และคณะ (23) พบว่าการศึกษาส่วนต่าง ๆ ของบัวหลวงทั้งใบ เมล็ด และดอกมีสารประกอบฟีนอลิก จำนวน 12 ชนิด และฟลาโวนอยด์ จำนวน 90 ชนิด ซึ่งสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ การใช้ถุงสุญญากาศและถุงอลูมิเนียมฟอยด์ช่วยชะลอการสูญเสียสารต้านอนุมูลอิสระได้เนื่องจากถุงทั้งสองชนิดป้องกันก๊าซออกซิเจนที่ทำให้เกิดการเสื่อมสลายของสารต้านอนุมูลอิสระได้

เกสรบัวหลวงหลังการบรรจุในถุงทั้ง 4 ชนิดมีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในสองเดือนแรกยังคงมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงอยู่ในช่วง 60.68-65.48 จากนั้นในเดือนที่ 3 พบว่าเกสรบัวหลวงในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีแคโรทีนอยด์สูงไม่แตกต่างจากเกสรบัวหลวงบรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น ถุงสุญญากาศ ในขณะที่เกสรบัวหลวงบรรจุในถุงพลาสติกใสมีแคโรทีนอยด์ต่ำสุด ในเดือนที่ 4 ภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ แต่ในเดือนที่ 5 และ 6 เกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงสุญญากาศและถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกันและมีสูงกว่าเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้น และเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงพลาสติกใส โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 40.51 40.00 37.68 และ 35.58 มิลลิกรัม/ลิตร (ตารางที่ 6) แม้แคโรทีนอยด์ส่วนใหญ่จะอยู่ในผักผลไม้สีเหลือง ส้ม แต่ก็ยังสามารถพบทั้งแคโรทีนอยด์ในผักผลไม้สีเขียวด้วย (24) แคโรทีนอยด์เป็นทั้งสารต้านอนุมูลอิสระ (25) และยังช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งหลายชนิด แคโรทีนอยด์เป็นสารที่ละลายในไขมัน และเป็นรงควัตถุที่พบในคลอโรพลาสต์และโครโมพลาสต์ของผลไม้ ดอกไม้ และใบของพืช นอกจากนั้นยังพบได้ในสาหร่ายและจุลชีพที่สังเคราะห์แสงได้ (26) แคโรทีนเป็นสารโมเลกุลใหญ่มีสูตรทางเคมี $C_{40}H_{56}$ และมีคุณสมบัติเป็นโปรวิตามินเอ และเมื่อแคโรทีนแตกตัวจะได้วิตามินเอ ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นภายในตับ แคโรทีนบริสุทธิ์จะมีผลึกเป็นสีแดงทับทิมไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ จากผลการทดลองเกสรบัวหลวงมีสีเหลืองจึงมีแคโรทีนอยด์ค่อนข้างสูงในเดือนที่ 0 หลังจากนั้นมีปริมาณลดลงเนื่องจากแคโรทีนถูกออกซิไดส์ได้ง่ายโดยออกซิเจนในอากาศ (18) ซึ่งจะเห็นว่าการบรรจุเกสรบัวหลวงในถุงสุญญากาศ และถุงอลูมิเนียมฟอยด์ช่วยรักษาปริมาณแคโรทีนอยด์ได้ จากการที่ภาชนะบรรจุชนิดนี้ป้องกันก๊าซออกซิเจนผ่านเข้าออกได้

กลิ่นเกสรบัวหลวงหลังการบรรจุในถุงทั้ง 4 ชนิดมีกลิ่นลดลงจนกระทั่งไม่มีกลิ่นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเดือนที่ 0-2 ยังคงมีกลิ่นของเกสรบัวแต่เมื่อเก็บรักษาผ่านไปในเดือนที่ 3- 6 เกสรบัวหลวงบรรจุในถุงพลาสติกใส และถุงพลาสติกใส + สารดูดซับความชื้นมีกลิ่นอยู่ในระดับปานกลาง และลดลงจนกระทั่งไม่มีกลิ่นในเดือนสุดท้าย ในขณะเกสรบัวหลวงบรรจุในถุงสุญญากาศและถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีกลิ่นในระดับ

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

ปานกลางในเดือนสุดท้ายโดยไม่พบกลิ่นผิดปกติในเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 7) จากงานวิจัยของบุษราคัมและคณะ (27) ได้สกัดน้ำมันหอมระเหยจากเกสรบัวหลวงราชินีพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยตัวทำละลายและไขเย็น ได้แก่ สาร 2,3- dihydro-3,5-dihydroxy-6-methylpyran-4-one และ Lidocain ในปริมาณที่แตกต่างกัน ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยตัวทำละลายและไขร้อนพบเฉพาะสาร Ethyl Palmitate องค์ประกอบทางเคมีของเกสรบัวหลวงมีแนวโน้มถูกทำลายได้ง่ายจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidative Reaction) เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศและองค์ประกอบทางเคมีเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารประกอบฟลาโวนอยด์และวิตามินซี ผลของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นนำไปสู่การเสื่อมเสียคุณภาพด้านกลิ่นรส และคุณค่าทางโภชนาการระหว่างการเก็บรักษา การขนส่งและการวางจำหน่าย ดังนั้นกลิ่นที่หายไปของเกสรบัวหลวงหลังเก็บรักษาผ่านไป 6 เดือน เมื่อบรรจุในถุงพลาสติกใสอาจเนื่องจากคุณสมบัติพลาสติกที่ยอมให้ก๊าซออกซิเจนผ่านได้ และการบรรจุเกสรบัวหลวงในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน ของเหลว ความชื้น รวมทั้งป้องกันกลิ่นได้

สรุปผล

จากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพของเกสรบัวหลวงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 เดือนพบว่าเกสรบัวหลวงที่บรรจุในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษานาน 6 เดือนยังคงมีสีเหลือง สารต้านอนุมูลอิสระ และแคโรทีนอยด์สูงกว่าการบรรจุเกสรบัวหลวงในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ และถุงพลาสติกใสร่วมกับสารดูดซับความชื้น ตามลำดับ ส่วนการบรรจุเกสรบัวหลวงในถุงพลาสติกใสมีสีคล้ำ สารต้านอนุมูลอิสระและแคโรทีนอยด์ต่ำสุดรวมทั้งไม่มีกลิ่นของเกสรบัวหลวง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ได้สนับสนุนเงินทุนงบรายได้ ประจำปี 2563 ในการงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. นันทวัน บุณยะประภัศสร. สมุนไพรไม้พื้นบ้าน (2). กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด. 2541.
2. ธิดารัตน์ จันทร์ดอน. บัวหลวง...สัญลักษณ์แห่งพระพุทธศาสนา [อินเตอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 27 เม.ย. 2562]. จาก: https://bit.ly/39NH8iS
3. Jung HA, Kim JE, Chung HY, Choi JS. Antioxidant Principles of *Nelumbo nucifera* Stamens. Pharm Res. 2003;26(4):279-85.
4. Bhuvana S, Mahesh R, Begum VH. Effect of *Nelumbo nucifera* flowers on plasma lipids and glucose in young, middle-aged and aged rats. Pharmacology online. 2008;2:863-74.
5. Mukherjee PK, Saha K, Das J, Pal M, Saha BP. Studies on the anti-inflammatory activity of rhizomes of *Nelumbo nucifera*. Planta Med. 1997;63:367-9.
6. Ono Y, Hattori E, Fukaya Y, Imai S, Ohizumi Y. Anti-obesity effect of *Nelumbo nucifera* leaves extract in mice and rats. J Ethnopharmacology. 2006;106:238–44.
7. Kunanusorn P, Panthong A, Pittayanurak, P, Wanauppathamkul S, Nathasaend N, Reutrakul V. Acute and subchronic oral toxicity studies of *Nelumbo nucifera* stamens

extract in rats. J Ethnopharmacology. 2011;134:789–95.

8. สุชาดา เลาหศิลป์สมจิตร์. การบรรจุภัณฑ์แอคทีฟสำหรับชาอบแห้ง. วารสารการเกษตรราชภัฏ. 2561;17(1):34-41.

9. Lee J. Green tea: flavor characteristics of a wide range of teas including brewing, processing, and storage variations and consumer acceptance of teas in three countries [Doctor's thesis]. Kansas: Kansas State University; 2009.

10. รุ่งนภา วิสิฐอุดรการ. การประเมินอายุการเก็บรักษาของอาหาร [เอกสารคำสอนวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2540.

11. ปุ่น คงเจริญเกียรติ, สมพร คงเจริญเกียรติ. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ: หยี่เฮง; 2541.

12. มยุรี ภาคลำเจียก. ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุหีบห่ออาหารว่าง. วารสารพลาสติก. 2536;10(3): 72-5.

13. งามทิพย์ ภู่วโรดม. การบรรจุอาหาร (Food packaging). กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็ม.; 2550.

14. Knack K, Christensen LP. Effect of packing materials and storage time on volatile compounds in tea processed from flowers of black elder (Sambucus nigra L.). Eur Food Res Technol. 2008;227:1259-73.

15. สุรัตน์วดี วงค์คลัง, เลอลักษณ์ เสถียรรัตน์, อรุณพร อิฐรัตน์. การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของบัวหลวง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 2557;45(2 พิเศษ):673-76.

16. บังอร วงศ์รัก, ศิริลักษณ์ ปิยสุวรรณ. ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน [โครงการพิเศษปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2549.

17. Kundu P, Anitha K, Ramani N. Feeding impact of the vegetable mite, *Tetranychus neocaledonicus* André (*Acari: Tetranychidae) on Mentha Rotundifolia* L. Int J Recent Sci Res. 2016;7(4):10406-9.

18. Dumbravă DG, Moldovan C, Raba D, Popa MV. Vitamin C. chlorophylls, carotenoids and xanthophylls content in some basil (*Ocimum basilicum* L.) and rosemary (Rosmarinus officinalis L.) leaves extracts. J Agroaliment Processes Technol. 2012;18(3):253–58.

19. Techavuthiporn C, Nakano K, Maezawa S. Prediction of ascorbic acid content in broccoli using a model equation of respiration. Postharvest Biol Technol. 2008;47:373-81.

20. Villanueva MJ, Tenorio MD, Sagardoy M, Redondo A, Saco MD. Physical, chemical histological and microbiological changes in fresh green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) stored in modified atmosphere packaging. Food Chem. 2005;91:609-19.

21. Chew YL, Lim YY, Omal M, Khoo KS. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia. J Food Sci Technol. 2008;41(6):1067-72.

ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online)

22. Wu MJ, Wang L, Weng CY, Yen JH. Antioxidant activity of methanol extract of the lotus leaf (*Nelumbo nucifera* Gaertn.). Am J Chin Med. 2003;31:687-98.

23. Limwachiranon J, Huang H, Shi Z, Li Li Luo Z. Lotus flavonoids and phenolic acids: Health promotion and safe consumption dosages. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2018;17:457-71.

24. More RS, Chaubal SS. Determination of stress and comparison by estimation of chlorophyll-a, b and carotenoid contents among plants growing along Mithi River, Mumbai. International Journal of Scientific & Engineering Research. 2017;8(1):1–8.

25. Klomsakul P, Pumjumpa D, Khunpratum S, Chalopagorn P. Determination of antioxidant property from some medicinal plant extracts from Thailand. Afr J Biotechnol. 2012;11(45):10322–7.

26. Dhir R, Harkess RL, Bi G. Physio- logical responses of Ivy Geranium “Beach” and “Butterfly” to heat stress. J Am Soc Hortic Sci. 2013;138(5):344–9.

27. บุษราคัม สิงห์ชัย, นิศา ตระกูลภักดี, สาวิตรี ทองลิ้ม. น้ำมันหอมระเหยจากเกสรบัวหลวงราชินี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2560;25(1):27-34.